

三江源区高原鼠兔洞危害区植物群落特征研究

余欣超^{1,2},周华坤¹,姚步青¹,李以康¹,杨月娟¹,赵新全¹

(1. 中国科学院西北高原生物研究所,青海 西宁 810008;2. 中国科学院大学,北京 100049)

摘要:通过对三江源区果洛州玛沁县矮嵩草草甸和垂穗披碱草人工草地内高原鼠兔洞周围植被群落的调查和取样,探究了高原鼠兔的活动对栖息地植物群落的影响.结果表明:高原鼠兔对未退化天然草地植物群落无明显危害,对其他草地的地下生物量也无明显影响;综合地上生物量、高度、盖度与裸地面积,高原鼠兔对2龄人工草地危害最明显,高原鼠兔洞周围的裸地面积由大到小为:2龄人工草地>天然矮嵩草草甸>10龄人工草地>12龄人工草地.

关键词:高原鼠兔;鼠洞;人工草地;天然草地;高度;盖度;生物量;裸地

中图分类号:S 812.6

文献标志码:A

文章编号:1003-4315(2014)03-0107-06

DOI:10.13432/j.cnki.jgsau.2014.03.019

Plant community characteristics of plateau pika rathole hazard zone in head waters region of three rivers

YU Xin-chao^{1,2}, ZHOU Hua-kun¹, YAO Bu-qing¹, LI Yi-kang¹, YANG Yue-juan¹, ZHAO Xin-quan¹

(1. Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Science, Xining 810001, China;

2. University of Graduate, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Based on the vegetation investigation and sampling in the natural *Kobresia humilis* meadow and artificial grassland around plateau pika rathole in Maqin County of Guoluo Prefecture, this study preliminarily explored the distribution of the plateau pika and destruction impact on the habitat. The results showed that the activity of plateau pika had no obvious effect on below-ground biomass ($P > 0.05$). The activity of plateau pika had no significant effect on the plant community height, cover-degree, aboveground and underground biomass of degraded natural grassland ($P > 0.05$). Integrated the aboveground biomass, height, cover-degree and bare land area into consideration, the harm of the 2-year-old artificial grassland by plateau pika was the most serious. The relationship of the single block area of bare land around plateau pika ratholes was as: 2-year-old artificial grassland > natural *Kobresia humilis* meadow > 10-year-old artificial grassland > 12-year-old artificial grassland.

Key words: plateau pika; rathole; artificial grassland; natural grassland; height; cover-year-old; biomass; bare ground

高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*) 是青藏高原高寒草地生物多样性的一个关键物种^[1-2], 它大量采食牧草^[3], 通过挖洞和秃斑等危害草地^[4], 加速了青

高原尤其是三江源地区的草地退化^[5-11], 是当地主要的草原害鼠之一^[12-14]. 孙飞达等^[15]的研究表明, 以高原鼠兔为主的鼠类活动加剧了本已脆弱的草地

第一作者:余欣超(1987-),男,硕士研究生,主要从事高寒草地生态学研究. E-mail: yuxinchao12@mails.ucas.ac.cn

通信作者:周华坤,男,博士,研究员,主要从事高寒草地恢复生态学研究. E-mail: 729492987@qq.com

基金项目:国家自然科学基金项目(31172247,41030105);国家自然科学基金青年基金项目(31201836);国家科技支撑课题专题(2011BAC09B06-02);青海省重点实验室发展专项资金计划(2012-Z-Y03).

收稿日期:2013-08-30;修回日期:2013-11-19

生态环境,致使优良牧草锐减,毒杂草滋生.周华坤等^[16]的研究表明,高原鼠兔的入侵和危害是造成人工草地退化的促进因素之一.刘菊梅等^[17-20]的研究表明,草场的植被生物量和盖度与鼠兔种群密度均存在显著的正线性相关,高原鼠兔在过度放牧草地上加剧了草场的退化速度.国内关于高原鼠兔的研究报道还有很多^[17-20],然而在人工草地和天然草地中针对高原鼠兔对植物群落特征的危害及其对比研究较缺乏,限制了对其进行生态防控的实施.鉴于此,本研究通过一系列野外观测,初步探究了三江源区高原鼠兔对其栖息地的影响、高原鼠兔的活动和分布对垂穗披碱草人工草地和天然矮蒿草甸影响的差异,以期为人工草地的管理和鼠害防治提供科学依据.

1 材料与方 法

1.1 研究地区概况

研究地位于青海省果洛州玛沁县境内大武镇东南部格多牧委会草场,该草场地处 E 100°26′~100°41′,N 34°17′~34°25′,海拔 3 930 m,属高原寒冷气候类型,年均温为 -2.6 °C,≥0 °C 年积温为 914.3 °C,年日照时数为 2 576 h,年均降水量为 513 mm.无绝对无霜期,牧草生长期为 110~130 d.土壤类型以高山草甸土和高山灌丛草甸土为主^[21].

矮蒿草甸为该地区主要的天然草场.建群种为矮蒿草(*Kobresia humilis*),主要的伴生种有:小蒿草(*K. pygmaea*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、二柱头蘆草(*Scirpus distigmaticus*)、早熟禾(*Poa* sp.)、细叶亚菊(*Ajania tenuifolia*)、短穗兔耳草(*Lagotis brachystachys*)、美丽凤毛菊(*Saussurea superba*)等.人工草地建植在天然草地严重退化的冬季草场上,以 150 kg/hm² 磷酸二铵作基肥,自 2000 年开始陆续建立了 12 龄垂穗披碱草人工草地、10 龄垂穗披碱草人工草地和 2 龄垂穗披碱草人工草地 3 块,建植面积均为 4 hm².采用“翻耕+耙耱+撒播+轻耙+镇压”的农艺措施,选用垂穗披碱草播种,播种量为 37.5 kg/hm².

1.2 样方测定指标

2012 年 8 月初在研究地进行调查,在未退化矮蒿草甸、退化天然矮蒿草甸、2 龄垂穗披碱草人

工草地、10 龄垂穗披碱草人工草地和 12 龄垂穗披碱草人工草地中,各选择一块立地条件一致,面积大小为 50 m×50 m 的大样方进行观测及取样.

在每块样地里确定小样方时,综合考虑鼠洞和鼠丘.当年鼠丘旁的高原鼠兔定居时间不长,对其栖息地影响有限,而对鼠洞周围裸地的研究也要考虑到鼠丘上牧草的生长恢复,本试验均在有效鼠洞相邻的 2 龄鼠丘周围选取样方.样地中 2 龄鼠丘可直接观测确定,其特点是表面的土壤有些板结,有少量的植物生长^[22].有效鼠洞可通过纸团堵洞法确定^[23],即第 1 天用纸团堵住鼠洞,第 2 天检查并记录有纸团被挖出的鼠洞,重复 3 次,纸团均被挖出的鼠洞即为有效鼠洞.在鼠丘边缘取一个 25 cm×25 cm 小样方作为高原鼠兔危害区样方,在 3 m 外取一个 25 cm×25 cm 小样方作为对照区样方,这 2 个样方记为一组,每个大样方里重复取 5 组.在每组样方外测量鼠洞周围的土地裸露面积,利用数码相机快速获得裸地的图像,运用地理信息系统软件(Arview)计算其面积^[24].然后测量小样方里植被盖度与高度,盖度采用目测,高度用卷尺测量.齐地收割所有植物后,用直径为 6 cm 的根钻取 0~30 cm 的土样,用标准检验筛(50 方孔,0.3 mm)筛去土壤,收集根用纸包好,将根和收割的植物分别于 105 °C 烘箱内烘干至恒质量,用 0.1 mg 电子天平称量干质量.

使用 Microsoft Excel 对各项测量数据进行描述性统计分析;采用统计软件 SPSS 成组数据 *t* 检验的方法对鼠兔危害区与对照区样地的性状指标进行差异性检验,试验数值以平均数±标准误差表示,以 $P<0.05$ 作为差异显著的标准,以 $P<0.01$ 作为差异极显著的标准;作图采用 origin 8.1 完成(图 1-4 中 2 龄人工草地、10 龄人工草地、12 龄人工草地、未退化天然草地和退化天然草地分别用 2 ag、10 ag、12 ag、nng 和 dng 表示).

2 结果与分析

2.1 高原鼠兔对植物群落地上生物量的影响

如图 1 所示,在所有人工草地和天然草地中,鼠害区样方比对照区样方的地上生物量略低,但在 10 龄和 12 龄人工草地及矮蒿草甸中差异不显著,在

2 龄人工草地中差异极显著 ($P < 0.01$), 即高原鼠兔对 2 龄人工草地中鼠洞附近的植物群落地上生物量危害严重.

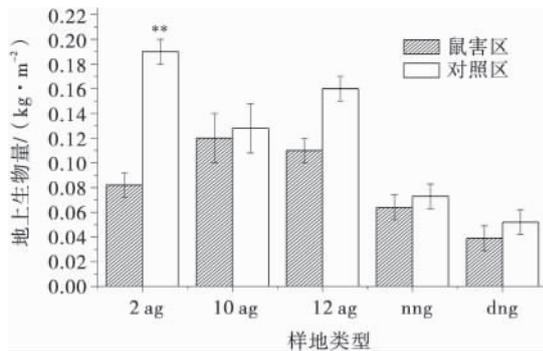


图 1 高原鼠兔鼠洞周围植物群落地上生物量

Fig. 1 The aboveground biomass of vegetation around plateau pika rathole

2.2 高原鼠兔对植物群落地下生物量的影响

如图 2 所示, 在人工草地和天然矮嵩草草甸, 草地鼠害区样方的根干质量与对照区样方的根干质量的差异都不显著 ($P > 0.05$), 表明高原鼠兔对鼠洞附近植物群落的地下生物量影响不大, 这个结果与孙飞达等的研究一致, 即高原鼠兔对地下根系的再分配和扰动作用较小^[25].

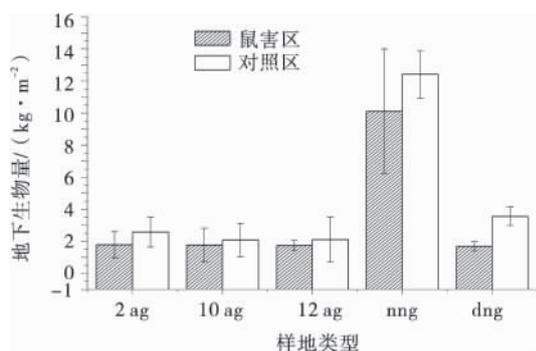


图 2 高原鼠兔鼠洞周围植物群落地下生物量

Fig. 2 The belowground biomass of vegetation around plateau pika rathole

2.3 高原鼠兔对牧草高度的影响

人工草地中, 鼠害区样方的牧草高度均低于对照区 (图 3), 其中 2 龄人工草地差异极显著 ($P < 0.01$), 10 龄和 12 龄人工草地差异显著 ($P < 0.05$). 矮嵩草草甸中, 未退化矮嵩草草甸鼠害区与对照区样方的牧草高度差异不显著 (图 3). 值得注意的是, 退化天然矮嵩草草甸鼠害区的牧草高度显著高于对照区 ($P < 0.05$).

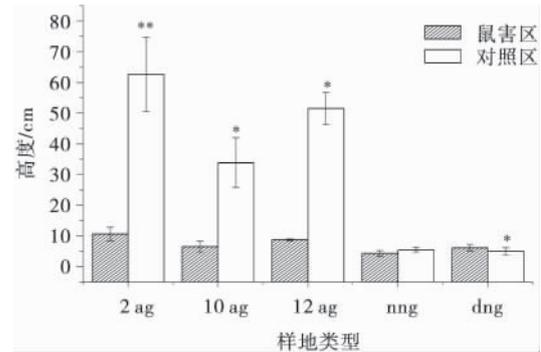


图 3 高原鼠兔鼠洞周围植物群落高度

Fig. 3 The height of vegetation around plateau pika rathole

2.4 高原鼠兔对牧草盖度的影响

人工草地中, 鼠害区牧草的平均盖度都小于对照区 (图 4), 2 龄人工草地差异极显著 ($P < 0.01$), 但 10 龄和 12 龄人工草地鼠害区样方的盖度与对照区差异不显著 ($P > 0.05$). 在矮嵩草草甸中, 鼠害区牧草的平均盖度均小于对照区, 在退化的矮嵩草草甸中, 鼠害区牧草的盖度显著小于对照区 ($P < 0.05$), 但在未退化矮嵩草草甸中, 鼠害区盖度与对照区差异不明显 ($P > 0.05$).

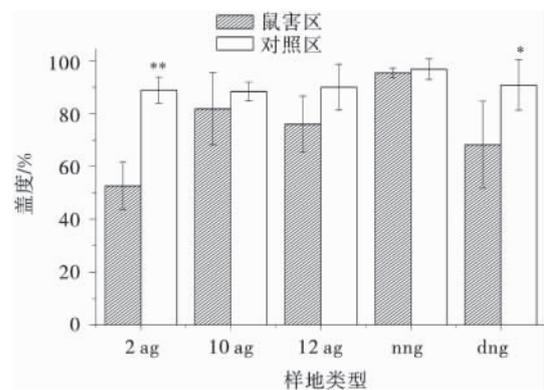


图 4 高原鼠兔鼠洞周围植物群落盖度

Fig. 4 The cover-degree of vegetation around plateau pika rathole

2.5 高原鼠兔对鼠洞周围裸地面积的影响

表 1 中裸地面积为每个大样方所测 5 个高原鼠兔洞周围裸地面积的平均数 ± 标准误差. 如表 1 所示, 2 龄人工草地的鼠洞周围裸地面积显著高于其他样地 ($P < 0.05$), 12 龄人工草地鼠洞周围裸地面积显著小于 10 龄人工草地 ($P < 0.05$), 即在人工草地中, 高原鼠兔对 2 龄人工草地植被的破坏强度最严重, 随着人工草地的龄期增加, 高原鼠兔对周围植

被的破坏程度减弱. 在天然矮嵩草草甸中, 高原鼠兔对鼠洞附近的植被破坏效果是相似的, 退化矮嵩草

草甸鼠洞周围裸露面积与未退化矮嵩草草甸的差异不显著($P > 0.05$).

表 1 高原鼠兔鼠洞周围裸地面积

Tab. 1 Bare mass area around plateau pika rathole

类型	人工草地			天然矮嵩草草甸	
	2 龄人工草地	10 龄人工草地	12 龄人工草地	未退化天然草地	退化天然草地
裸地面积	1.29 ± 0.03 ^a	0.09 ± 0.01 ^b	0.08 ± 0.01 ^c	0.22 ± 0.03 ^d	0.24 ± 0.04 ^d

同列数据肩标不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$), $n = 5$.

3 讨论与结论

3.1 高原鼠兔对人工草地植物群落的影响

以垂穗披碱草为优势种的人工草地具有改良草地与控制鼠害的双重功效, 且具有较高的经济价值^[26]. 垂穗披碱草人工草地建成后第 2 年, 植物群落的高度、盖度和地上生物量都有了很大提高^[27], 均高于天然草地, 尤以 2 龄人工草地最显著.

这种情况对高原鼠兔是不利的, 因为植被繁茂、环境郁闭危及鼠兔的活动和生存^[28]. 高原鼠兔可通过影响人工草地的种群特征、物种多样性等方面危害人工草地的稳定性与牧草产量^[29]. 且 2 龄人工草地本身为非稳定性群落结构, 植物组分种类少, 均匀度低, 丰富度和多样性指数也不高^[30], 它的建群种与优势种是垂穗披碱草, 其他牧草种类与数量都较少. 而高原鼠兔是典型的植食性动物, 垂穗披碱草是其嗜食性较高的植物^[31]. 因此, 鼠害区牧草中的垂穗披碱草被高原鼠兔大量采食而导致盖度和高度显著下降. 在 10 龄和 12 龄人工草地中, 由于经过多年的演替, 人工草地牧草的种类组成较丰富, 群落结构较为完善^[10], 高原鼠兔采食喜食牧草后, 草地的盖度变化不明显.

但在 10 龄和 12 龄人工草地中, 鼠洞附近植物群落高度也显著下降. 原因是高原鼠兔会通过对洞穴周围较高的植株进行刈割, 保持开阔的防御视野, 降低被捕食的风险^[32-33]. 另外, 高原鼠兔的贮草行为也是造成牧草高度降低的一个重要因素^[34-35].

3.2 高原鼠兔对矮嵩草草甸植物群落的影响

高原鼠兔对天然矮嵩草草甸的地上和地下生物量影响不明显, 对未退化矮嵩草草甸的牧草高度影响也不显著. 分析原因是退化矮嵩草草甸与未退化矮嵩草草甸牧草高度差异不明显($P = 0.507$), 牧草

平均高度均在 5 cm 左右, 是高原鼠兔理想的生境^[36], 排除了其刈割行为的影响. 值得注意的是, 退化天然矮嵩草草甸鼠害区的牧草高度显著高于对照区, 说明当植物群落高度在一定范围内, 高原鼠兔的活动对退化矮嵩草草甸的牧草高度有促进作用. 这与周雪荣等^[30]的研究结果一致, 即适当密度的鼠类活动对高寒草甸植被的高度有积极作用, 与草地植物被采食后的补偿性生长策略有关^[37].

研究还发现, 高原鼠兔对未退化天然草地的高度、盖度、地上生物量与地下生物量均无明显危害, 处在其危害阈值范围内. 这也从侧面证明了高原鼠兔不是草原退化的“罪魁祸首”, 而是草地退化的伴生产物^[7].

3.3 人工草地和矮嵩草草甸鼠洞周围植物群落特征的比较

植物群落特征可以通过其地上生物量、地下生物量、高度和盖度加以反映^[38-39]. 高原鼠兔对草地的地上生物量有一定的危害作用, 已有研究表明高原鼠兔的挖掘活动会引起其栖息地植物群落地上生物量下降^[22], 只是草地作为可更新资源, 对外界的不利干扰具有受害补偿能力^[40]. 因此, 在人工草地和天然草地中, 鼠害区样方比对照区样方的地上生物量略低, 但是在 10 龄和 12 龄人工草地及未退化天然草地中差异不显著; 在退化草地中, 高原鼠兔活动产生的危害也不明显, 这可能与高原鼠兔的种群密度有关, 马波等^[40]的研究表明, 高原鼠兔有选择地利用植被较好的生境而避免利用植被过度退化的生境, 防止了栖息地植被的过度破坏; 在 2 龄人工草地中差异极显著($P < 0.01$), 即 2 龄人工草地中高原鼠兔对鼠洞附近的植物群落地上生物量有严重危害, 原因是其植被结构单一、群落稳定性差^[30].

高原鼠兔对人工草地和矮嵩草草甸面的地下生物量的影响不大, 这与高原鼠兔的食物谱系^[3,42]及

植物群落牧草根系分布区域和密集程度差异显著等原因均有关系.在人工草地中,牧草以禾草科为主,根系为须根系,分布较浅.在天然矮嵩草草甸中,尤其是未退化天然矮嵩草草甸,以矮嵩草为主的牧草根系发达,生长密集.人工草地和天然矮嵩草草甸的大部分牧草根系都主要分布在地下10 cm以内^[43],而高原鼠兔的栖息地在距地面10 cm以下^[44].

高原鼠兔对人工草地植物群落高度影响明显,对天然的矮嵩草草甸影响不大.这是由于在矮嵩草草甸和垂穗披碱草草甸,高原鼠兔刈割频次较高的为垂穗披碱草^[33-34].因此高原鼠兔对以垂穗披碱草为优势种的人工草地植物群落高度的危害要大于天然矮嵩草草甸.

高原鼠兔对人工草地和退化矮嵩草草甸植物群落盖度影响明显,而对其他类型的草地影响不大.这与植物群落的抵抗力、高原鼠兔密度变化导致的危害程度不同及高原鼠兔的刈草行为有关^[33,45-46].

综上所述,说明高原鼠兔的活动对群落系统稳定的草地(未退化的矮嵩草草甸)危害不大,对群落系统较稳定的草地(12龄和10龄人工草地)的危害较小,而对群落系统相对不稳定的草地(2龄人工草地、退化的矮嵩草草甸)危害大,且不易恢复.

3.4 人工草地和矮嵩草草甸鼠洞周围裸地面积的比较

作为高寒草甸中的一种植食性物种,高原鼠兔的摄食活动会对草地植被产生危害作用,甚至造成大面积的裸地.高原鼠兔洞口周围裸地面积均值最大的是2龄人工草地,显著高于其他样地($P < 0.05$).2龄人工草地植物群落的抵抗力和恢复力较弱,植被易被高原鼠兔破坏且难以恢复;10龄和12龄人工草地植物群落的恢复力较强,鼠洞周围植被破坏后能逐渐恢复;高原鼠兔洞口周围裸地面积的大小不仅与植被的特征有关,还与其导致的被捕食风险大小有关.2龄人工草地的植物群落较高,草群郁闭度大,高原鼠兔需要较大的裸地空间才可有效降低被捕食风险^[47].而在天然矮嵩草草甸里,植被平均高度接近5 cm,地形开阔,高原鼠兔被捕食风险小.经显著性检验与分析,天然矮嵩草草甸鼠洞周围裸露面积显著大于10龄和12龄人工草地($P < 0.05$),退化矮嵩草草甸鼠洞周围裸露面积与未退化

矮嵩草草甸面积的差异不显著($P > 0.05$),因此高原鼠兔洞周围的单块裸地面积从大到小依次为2龄人工草地>矮嵩草草甸>10龄人工草地>12龄人工草地.

以往的研究表明斑块状裸地是诱使高原鼠兔迁入的重要因素^[47],由此将产生一系列恶性循环,加速草地退化.所以在人工草地建立初期及中度退化矮嵩草草甸要特别注重防治鼠害,防止天然草地和人工草地因为鼠害加剧了草地的退化.

参考文献

- [1] Smith A T, Foggin J M. The plateau pika (*Ochotona curzoniae*) is a keystone species for biodiversity on the Tibetan plateau[J]. *Animal Conservation*, 1999, 2(4): 235-240
- [2] Komonen M, Komonen A, Otgonsuren A. Daurian pikas (*Ochotona daurica*) and grassland condition in eastern Mongolia[J]. *Journal of Zoology*, 2003, 259(3): 281-288
- [3] 皮南林. 高原鼠兔的食性及食量研究[J]. 灭鼠和鼠类生物学研究报告, 1973(1): 91-102
- [4] 魏学红, 杨富裕, 孙磊. 高原鼠兔对西藏高寒草地的危害及防治[J]. *四川草原*, 2006(5): 41-42
- [5] 崔庆虎, 蒋志刚, 刘季科, 等. 青藏高原草地退化原因述评[J]. *草业科学*, 2007, 24(5): 20-26
- [6] 严作良, 周华坤, 刘伟, 等. 江河源区草地退化状况及成因[J]. *中国草地*, 2003, 25(1): 73-78
- [7] 赵新全, 周华坤. 三江源区生态环境退化, 恢复治理及其可持续发展[J]. *中国科学院院刊*, 2005, 20(6): 471-476
- [8] 周华坤, 王启基, 赵亮, 等. 青海省泽库县草地现状与畜牧业可持续发展对策[J]. *草业科学*, 2007, 24(3): 87-93
- [9] 周华坤, 赵新全, 周立, 等. 青藏高原高寒草甸的植被退化与土壤退化特征研究[J]. *草业学报*, 2005, 14(3): 31-40
- [10] 周华坤, 周立, 赵新全, 等. 江河源区"黑土滩"型退化草场的形成过程与综合治理[J]. *生态学杂志*, 2003, 22(5): 51-55
- [11] 杨文才, 吴新宏, 石红霄, 等. 基于 TWINSpan 分类的三江源区称多县高寒草甸退化研究[J]. *甘肃农业大学学报*, 2010, 45(6): 139-143
- [12] Pech R P, Arthur A D, Yanming Z, et al. Population dynamics and responses to management of plateau pi-

- kas *Ochotona curzoniae*[J]. Journal of Applied Ecology, 2007, 44(3): 615-624
- [13] 孙飞达, 龙瑞军, 郭正刚, 等. 鼠类活动对高寒草甸植物群落及土壤环境的影响[J]. 草业科学, 2011, 28(1): 141-151
- [14] 何咏琪, 黄晓东, 侯秀敏, 等. 基于 3S 技术的草原鼠害监测方法研究[J]. 草业学报, 2013, 22(3): 33-40
- [15] 孙飞达, 龙瑞军. 鼠类活动对三江源区高寒草甸初级生产力的影响[C]//2009 中国草原发展论坛论文集, 北京: 中国草学会, 2009
- [16] 刘菊梅, 司万童. 高原鼠兔种群密度与草场植被群落结构的相关性[J]. 南方农业学报, 2012, 43(12): 2083-2086
- [17] Mateos D M, Smith A T, Slobodchikoff C N, et al. The paradox of keystone species persecuted as pests: a call for the conservation of abundant small mammals in their native range[J]. Biological Conservation, 2011, 144(5): 1335-1346
- [18] 刘发央, 刘荣堂. 高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)的研究现状及最新进展[J]. 甘肃科技, 2002, 3: 30-31
- [19] 徐世晓, 赵新全, 孙平, 等. 青海省草地鼠害现状及其治理[J]. 家畜生态, 2002, 23(1): 47-49
- [20] 施银柱. 草场植被影响高原鼠兔密度的探讨[J]. 兽类学报, 1983, 3(2): 181-187
- [21] 赵亮, 古松, 周华坤, 等. 青海省三江源区人工草地生态系统 CO₂ 通量[J]. 植物生态学报, 2008, 32(3): 544-554
- [22] 刘伟, 李里, 严红宇, 等. 高原鼠兔挖掘活动对植物种的丰富度和地上生物量的影响[J]. 兽类学报, 2012, 32(3): 216-220
- [23] 阮治安. 简便易行的鼠情监测法—纸团堵洞法[J]. 中国植保导刊, 1993(3): 28
- [24] 于龙, 周立, 刘伟, 等. 高原鼠兔洞穴区次生斑块面积的测定方法[J]. 兽类学报, 2006, 26(1): 89-93
- [25] 孙飞达, 龙瑞军, 干友民. 高原鼠兔活动对高寒草甸群落植物生物量季节分布的影响[J]. 水土保持研究, 2010, 17(2): 204-207
- [26] 张军. 高原鼠兔种群数量对植被调控措施响应[D]. 兰州: 兰州大学, 2011
- [27] 周华坤, 赵新全, 赵亮, 等. 高山草甸垂穗披碱草人工草地群落特征及稳定性研究[J]. 中国草地学报, 2007, 29(2): 13-25
- [28] 景增春, 王文翰, 王长庭, 等. 江河源区退化草地鼠害的治理研究[J]. 中国草地, 2003, 25(6): 36-40
- [29] 潘多锋, 马玉寿, 张德罡, 等. 高原鼠兔对退化草地人工植被稳定性的影响[J]. 草原与草坪, 2006, 26(4): 49-51
- [30] 张耀生, 赵新全, 黄德清. 青藏高寒牧区多年生人工草地持续利用的研究[J]. 草业学报, 2003, 12(3): 22-27
- [31] 周雪荣, 郭正刚, 郭兴华. 高原鼠兔和高原鼢鼠在高寒草甸中的作用[J]. 草业科学, 2010, 27(5): 38-44
- [32] 崔庆虎, 蒋志刚, 连新明, 等. 根田鼠栖息地选择的影响因素[J]. 兽类学报, 2005, 25(1): 45-51
- [33] 刘伟, 张毓, 王溪, 等. 高原鼠兔刈割行为与栖息地植物群落的关系[J]. 兽类学报, 2009, 29(1): 40-49
- [34] 刘伟, 张毓, 王溪, 等. 高原鼠兔贮草选择及其生物学意义[J]. 兽类学报, 2009, 29(2): 152-159
- [35] 张毓, 刘伟, 王学英. 高原鼠兔贮草行为初探[J]. 动物学研究, 2005, 26(5): 479-483
- [36] 王育, 王小明, 王正寰. 高原鼠兔生境选择的初步研究[J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2004, 41(5): 1041-1045
- [37] 原保忠, 王静, 赵松岭. 植物受动物采食后的补偿作用[J]. 生态学杂志, 1997, 16(6): 41-45
- [38] 周华坤, 赵新全, 唐艳鸿, 等. 长期放牧对青藏高原高寒灌丛植被的影响[J]. 中国草地, 2004, 26(6): 1-11
- [39] 白春利, 阿拉塔, 陈海军, 等. 氮素和水分添加对短花针茅荒漠草原植物群落特征的影响[J]. 中国草地学报, 2013, (2): 69-75
- [40] 杨振宇, 江小蕾. 高原鼠兔对草地植被的危害及防治阈值研究[J]. 草业科学, 2002, 19(4): 63-65
- [41] 马波, 王小明, 刘晓庆, 等. 高原鼠兔洞穴数量与其栖息地植被分布格局的 GIS 分析[J]. 生物多样性, 2011, 19(1): 71-78
- [42] 蒋志刚, 夏武平. 高原鼠兔食物资源利用的研究[J]. 兽类学报, 1985, 5(4): 251-262
- [43] 孙飞达, 龙瑞军, 蒋文兰, 等. 青海果洛地区不同鼠洞密度下高寒草甸植物生物量分布特征[J]. 草地学报, 2008, 16(5): 475-479
- [44] 孙飞达, 龙瑞军, 路承香. 鼠类活动对高寒草甸初级生产力和土壤物理性状的影响[J]. 水土保持研究, 2009, 16(3): 225-229
- [45] 刘伟, 王溪, 周立, 等. 高原鼠兔对小嵩草草甸的破坏及其防治[J]. 兽类学报, 2003, 23(3): 214-219
- [46] 孙飞达, 龙瑞军, 路承香. 高原鼠兔不同洞穴密度对高寒草地植物群落组成及多样性的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(7): 181-186
- [47] 江小蕾. 植被均匀度与高原鼠兔种群数量相关性研究[J]. 草业学报, 1998, 7(1): 60-64

(责任编辑 赵小倩)